

「漁港・漁場の施設の設計参考図書(2023年版)」  
において示された津波流れに対する被覆ブロックの  
所要質量算定式における係数  $x$  について

令和6年1月

一般社団法人 漁港漁場新技術研究会 自然との共生研究部会

異形ブロック専門部会

## 1 はじめに

津波に対して防波堤の安定性を確保するためには、防波堤の基礎マウンドを保護する被覆ブロックが津波の流れによって移動・流失しないように、想定される津波の流速に対して適切な質量の被覆ブロックを用いる必要がある。

「漁港・漁場の施設の設計参考図書（2015年版）<sup>1)</sup>」においては、「港外側及び津波が防波堤を越流しない場合の港内側の根固・被覆ブロック等の安定質量については、イスバッシュの式によって算定することができる」とされており、式(1)・図-1に示すイスバッシュの式が用いられてきた。

$$M = \frac{\pi \rho_r U^6}{48 g^3 y^6 (S_r - 1)^3 (\cos \theta - \sin \theta)^3} \quad (1)$$

ここに、

$M$  : 安定質量 (t)

$\rho_r$  : 捨石等の密度 (t/m<sup>3</sup>)

$U$  : 捨石等の上面における水の流れの速度 (m/s)

$g$  : 重力加速度 (m/s<sup>2</sup>)

$y$  : イスバッシュの定数

$S_r$  : 捨石等の海水に対する比重

$\theta$  : 流れ方向の捨石等の斜面の傾斜角 (°)

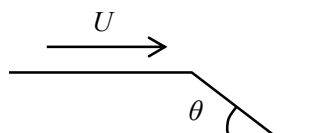


図-1 根固・被覆ブロックの概念図

このイスバッシュ式は、石積みのダムを建設する際の石の質量と移動限界流速との関係について、1930年代に Isbash により提案された式が基本となっているが、被覆ブロックのようなせりもちを有する形状の材料にこの式を適用すると、傾斜角の影響が過大に評価され、斜面部の所要質量が非現実的に大きな値となることがあり、課題であった<sup>2)</sup>。そこで、(一社)漁港漁場新技術研究会では、上記の課題を解決するために、イスバッシュ数を斜面勾配（傾斜角）の関数とすることとし、幅広い条件で実施した水理模型実験結果に基づき各種被覆ブロックのイスバッシュ数の算定図をとりまとめている<sup>3)</sup>。

一方、このようなイスバッシュ式の課題を直接的に解決し、より合理的に設計できるようにすることを目的として、イスバッシュ式に替わる新たな安定質量算定式が検討され、2023年の「漁港・漁場の施設の設計参考図書」の改訂<sup>4)</sup>において以下の算定式が示されている（式(2)）。

$$M = \frac{\rho_r U^6}{g^3 x^6 (S_r - 1)^3 \cos^3 \theta} \quad (2)$$

ここに、

$M$  : 安定質量 (t)

$\rho_r$  : 被覆ブロックの密度 ( $t/m^3$ )

$U$  : 被覆ブロックの上面における断面平均流速 (m/s)

$g$  : 重力加速度 ( $m/s^2$ )

$x$  : 質量算定の係数

$h$  : 下流側マウンド法肩での水位 (m)

$h_M$  : マウンド厚 (m)

$S_r$  : 被覆ブロックの海水に対する比重

$\theta$  : 捨石マウンド等の法面の傾斜角 ( $^\circ$ )

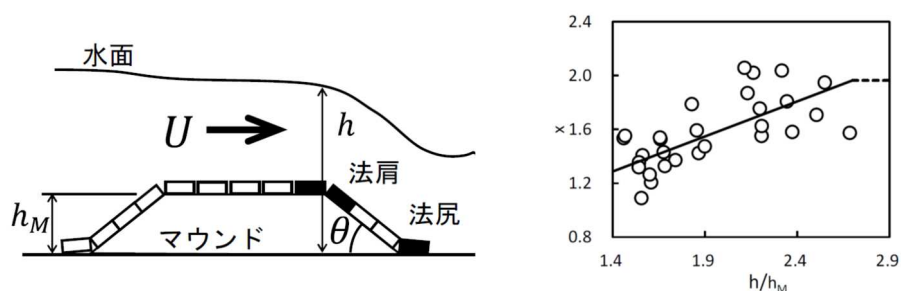


図-2 算定式に用いるパラメータ (左) と方塊ブロックの係数算定図 (右)

この新たな安定質量算定式の特徴としては、斜面勾配の影響が改善されていることや、図-2 に示すように質量算定の係数  $x$  が水深のパラメータ  $h/h_M$  の関数として表されていることが挙げられる。

この新算定式を設計実務に適用するためには、被覆ブロックごとの係数  $x$  が必要となる。そこで、(一社) 漁港漁場新技術研究会 異形ブロック専門部会では、上述した既往の水理模型実験結果を再整理することで、被覆ブロックごとの係数  $x$  の算定図を作成することとした。本資料はその成果をとりまとめたものである。

## 2 水理模型実験概要

まず、係数  $x$  の算定図の作成にあたり、基となる水理模型実験の実験条件や実験方法の概要を記載する。事前に作成した水理模型実験マニュアル<sup>5)</sup>に則り、統一した条件で各種被覆ブロックの実験を実施した。この水理模型実験マニュアルは新技術研究会 HP に公開されている。

### 実験条件

実験装置は断面二次元水路を用い、ポンプにより水路内に定常流を発生させた (図-3)。台形状のマウンドを対象とし、被覆ブロックの安定限界流速を調べた。実験断面の模式図を図-4 に、実験条件を表-1 に示す。マウンドの法面勾配は 1:1.5、1:2、1:3 の 3 種類とし、マウンド天端幅は現地量で 50m 程度相当、マウンド厚さは現地量で 5m 程度または斜面上にブロックが 3 個分以上設置される厚

さとした。ブロック質量は大小2種類とした。

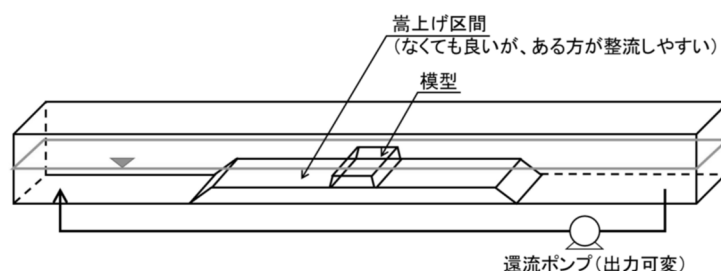


図-3 実験装置の例

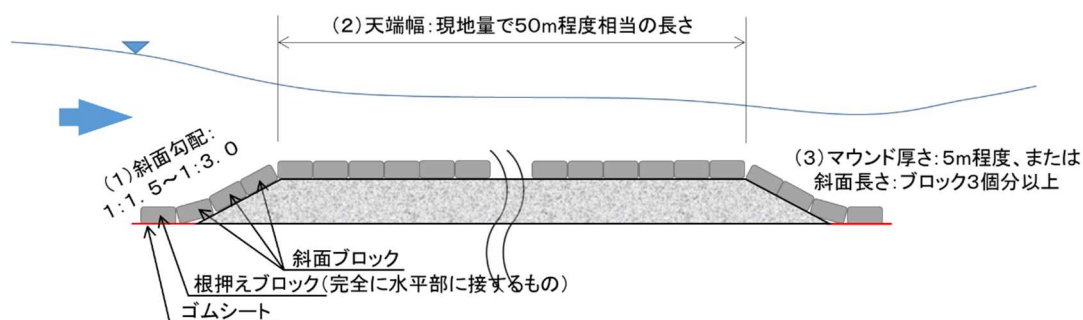


図-4 実験断面図の模式図

表-1 実験条件一覧

|          |                       |
|----------|-----------------------|
| ブロック質量   | 2種類                   |
| マウンド法面勾配 | 3種類 (1:1.5, 1:2, 1:3) |
| 水深条件     | 3種類程度 (なるべく幅広い条件で)    |
| 繰り返し回数   | 各ケース2回以上              |

本実験はブロックの初期被害に着目するものであるため、実験ケースごとの堤体の積み直し作業の効率を考慮して、マウンド模型は碎石を接着剤で固定して作成しても良いこととした。ただし、接着剤で固定する場合にもマウンド模型は透水性を確保するように留意した。また、マウンド法先の根押えブロックと水路床との摩擦係数を統一する観点から、ブロックと水路床の間にゴムシートを設置した。現地の地盤条件は様々であるが、比較的滑動が生じやすい危険側の実験条件と考えられる。

水深条件については、幅広い条件となるように、水路内の初期水位を3種類程度変化させて実験を行った。また、ばらつきを考慮するため、同一条件で2回以上繰り返し実験を行うこととした。

### 実験方法

安定実験と流速測定実験を同時に行うのは困難であるため、まず安定実験によりブロックの離脱箇所や安定限界時の流量を調べ、その後、流速測定実験を別途行った。安定実験では、図-5に示すようにポンプの流量を段階的に上げていくことでブロックの安定限界となる条件を調べた。

流速測定実験では、ブロック模型が動かないように固定した状態で、安定実験で得られた安定限界

の状態を再現し、ブロック初期離脱箇所の流速および水位を測定した。流速については、ブロック天端面から水面までの鉛直方向の流速分布を測定し、それを鉛直方向に平均して求めた断面平均流速を用いて整理した。

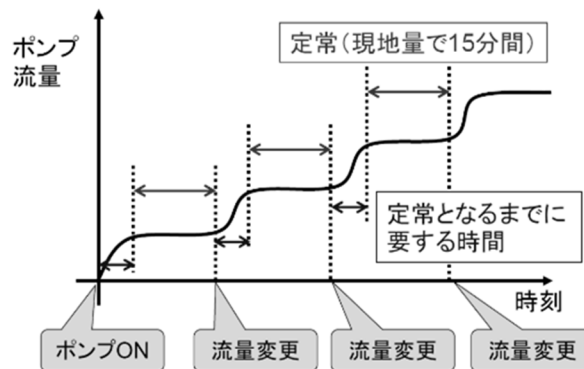


図-5 ポンプ流量変化の模式図

### 係数 $x$ の算出方法

式(2)を式(3)のように変形し、各実験ケースの係数  $x$  を求めた。

$$x = \left\{ \frac{\rho_r U^6}{g^3 M (S_r - 1)^3 \cos^3 \theta} \right\}^{1/6} \quad (3)$$

この新しい所要質量算定式においては、下流側マウンド法肩における流速や水位が使用される。しかし、前述の通り、本実験では流速・水位の計測位置はブロックの初期離脱箇所と定めたため、下流側法尻から被災するといった一部の実験ケースにおいては、下流側法肩位置で流速・水位を測定していないケースが存在した。

そのような場合は、流量保存の観点から法肩位置における流速を推定し、実験結果の整理に用いることとした。法尻位置で流速および水位を測定した場合を例に取り説明する。

図-6 に示す状況において、マウンド内部を透過する流量が十分小さいと仮定すると、被覆ブロック天端上の流量が法肩位置と法尻位置で等しくなることから、式(4)が成り立つ。

$$Q = U_{a法尻} \cdot h'_{法尻} = U_{a法肩} \cdot h'_{法肩} \quad (4)$$

ここに

$Q$  : 単位幅あたりの流量 (m<sup>3</sup>/s/m)

$U_a$  : 断面平均流速 (m/s)

$h'$  : 被覆ブロック天端上水深 (m)

安定限界時における法肩位置の水位を実験動画等から画像解析によって求めることで、法肩位置における流速が求められる。

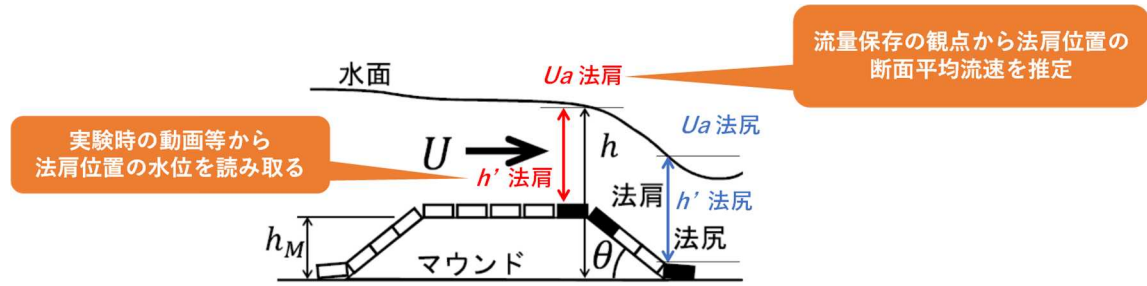


図-6 法尻位置の流速の測定値から法肩位置の流速を推定する例

### 係数 $x$ を算定するために新たに実験を行う場合の留意事項

係数  $x$  を算定するために新たに実験を行う場合は、水理模型実験マニュアル<sup>5)</sup>を参考に実験を行うことができる。ただし、このマニュアルでは流速・水位の計測位置はブロックの初期離脱箇所としているが、新しい所要質量算定式では下流側マウンド法尻における流速や水位が使用される。そのため、下流側マウンド法尻位置においても流速と水位を計測するのが望ましい。

## 3 係数 $x$ の算定図のとりまとめ方法

係数  $x$  の算定図は、以下に示すように統一した方法により作成・とりまとめを行った。

算定線の引き方については、設計参考図書に示されている方塊ブロックの算定線は水理模型実験値の平均的な値を用いているが、各社製品の実験データを取りまとめた結果、方塊ブロックに比べ標準偏差（平均値からのばらつき）が大きいことから、被覆ブロックの算定線は実験データの下限値を上回らないように設定することとした。なお、想定される津波の発生頻度等を踏まえ、実験データの平均値から下限値の間で適切に係数  $x$  を設定することも可能とし、この場合は個別に各メーカー問合せ先にご相談頂きたい。

また、適用範囲については、基本的に実験データの存在する水深の範囲とし、実験データが存在する範囲より  $h/h_M$  が小さい条件については適用範囲外とした。ただし、 $h/h_M$  が実験データより大きい条件については、水深が深くなり安全上の懸念は小さいと考えられるため、実験範囲より  $h/h_M$  が大きくなる方向へ算定線を水平に外挿することは可とした。

### 実験結果のプロットについて

1. 横軸に  $h/h_M$ 、縦軸に係数  $x$  をとり、安定限界時の実験結果をプロットする
2. 同一条件での繰り返しの結果については、それぞれの実験結果をプロットする
3. 各プロットの実験条件がわかるように、斜面勾配、ブロックの大小、被災形態（めくれ、滑動、法尻滑動等）ごとにプロットの種類を変える
4. 実験施設の発生可能な最大流量で被害が生じなかったケースについてはプロットしない

### 係数 $x$ の算定線の引き方について

5. 算定線は安定限界時の実験データの下限値を上回らないようにする
6. 算定線の形状は直線の組み合わせとする

7. 実験から得られた  $h/h_M$  より小さな範囲に算定線を外挿することは不可とする ( $h/h_M$  が小さい条件の方が一般的に厳しい条件となるため)
8. 実験から得られた  $h/h_M$  より大きな範囲に算定線を外挿する場合には係数  $x$  の上限値を設ける
9. 実験結果の存在する範囲は算定線を実線で記載し、外挿となる範囲は破線で記載する
10. 算定線の適用範囲を記載する
11. 算定線の数式あるいは頂点座標を記載し、与えられた  $h/h_M$  に対して係数  $x$  が一意に定まるようにする
12. 係数  $x$  の有効数字は 2 桁以上とする

#### 4 製品別の係数 $x$ の算定図

次ページ以降に、製品別の被覆ブロックの係数  $x$  の算定図を示す。また、各被覆ブロックの算定図のコメント欄に、算定線の引き方についての考え方を記載しているので、疑問のあるときは各メーカー問合せ先に相談いただきたい。

掲載製品一覧（メーカー名 50 音順）

| メーカー名         | 製品名          | 掲載ページ |
|---------------|--------------|-------|
| 技研興業 株式会社     | パラクロス        | 8     |
| 〃             | ビーハイブ        | 9     |
| 三省水工 株式会社     | スタビック        | 10    |
| 株式会社 三柱       | メガロック標準型     | 11    |
| 〃             | メガロック大型      | 12    |
| 株式会社 チスイ      | ラティス         | 13    |
| 東洋水研 株式会社     | オルサーブロック I 型 | 14    |
| 日建工学 株式会社     | 3 連ブロック変形型   | 15    |
| 〃             | ストーンブロック平型   | 16    |
| 日本コーケン 株式会社   | アレートエイト      | 17    |
| 株式会社 不動テトラ    | ペルメックス       | 18    |
| 菱和コンクリート 株式会社 | ホロースケヤー      | 19    |

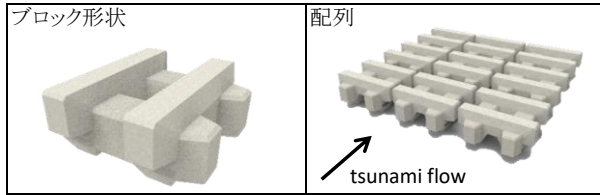
#### 参考文献

- 1) 水産庁：漁港・漁場の施設の設計参考図書（2015 年版），（公社）全国漁港漁場協会，p.108, 2016.
- 2) 三井・間辺・岡野谷・加藤・河村・西村：津波の流れに対する防波堤マウンド被覆ブロックのイスバッシュ数の検討，令和 4 年度(第 20 回)全国漁港漁場整備技術研究発表会，2022，  
[https://www.jfa.maff.go.jp/j/seibi/R4\\_gyoko\\_happyo\\_kai.html](https://www.jfa.maff.go.jp/j/seibi/R4_gyoko_happyo_kai.html)

- 3) 一般社団法人漁港漁場新技術研究会 自然との共生研究部会 異形ブロック専門部会：津波の流れに対する被覆ブロックのイスバッシュ数について（模型実験報告），令和 2 年 10 月，  
[https://aitef.or.jp/division71\\_3.html#is2](https://aitef.or.jp/division71_3.html#is2)
- 4) 水産庁漁港漁場整備部整備課：漁港・漁場の施設の設計参考図書（2015 年版）の改訂について，令和 5 年 4 月，[https://www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko\\_gyozyo/g\\_thema/sekkei\\_kaitei.html](https://www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko_gyozyo/g_thema/sekkei_kaitei.html)
- 5) 一般社団法人漁港漁場新技術研究会自然との共生研究部会異形ブロック専門部会：被覆ブロックのイスバッシュ数評価のための水理模型実験マニュアル，平成 31 年 2 月，[https://aitef.or.jp/division71\\_3.html#is2](https://aitef.or.jp/division71_3.html#is2)



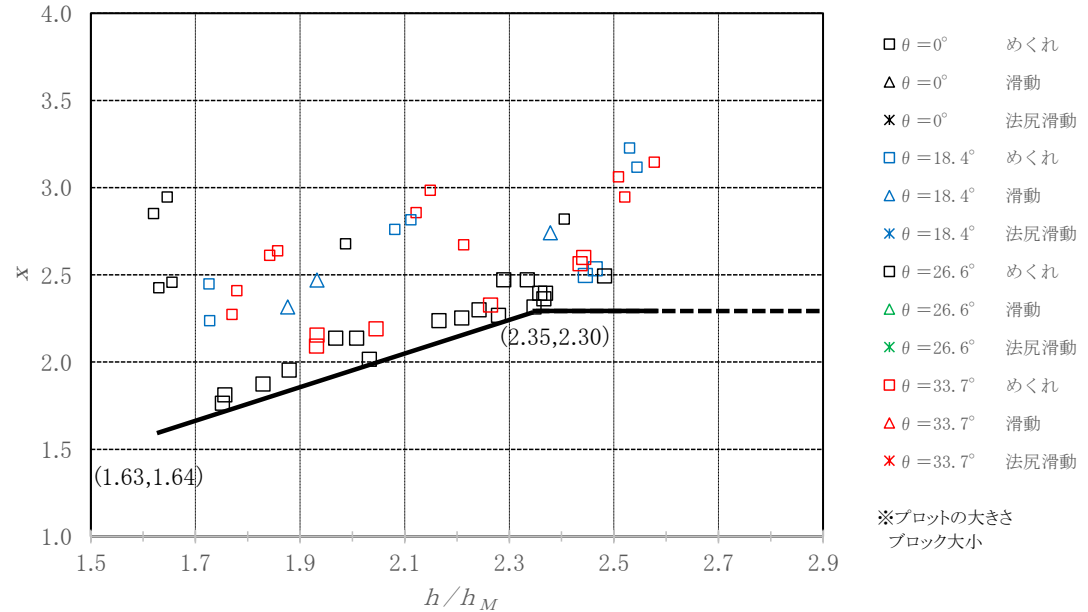
|       |              |
|-------|--------------|
| メーカー  | 技研興業株式会社     |
| ブロック名 | パラクロス        |
| 配列名称  | 平面配列 (I) L方向 |



|        |  |
|--------|--|
| お問い合わせ |  |
| 住所     | 東京都杉並区阿佐ヶ谷南3-7-2   |
| E-mail | <a href="mailto:seihin@gikenko.co.jp">seihin@gikenko.co.jp</a> |
| TEL    | 03-3398-8521   |
| FAX    | 03-3398-8553   |

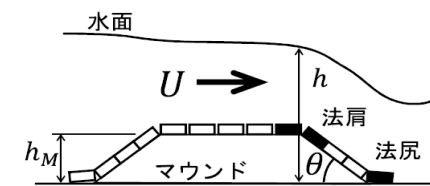
コメント  
 $x$ の算定線は、実験を行った範囲 ( $1.63 \leq h/h_M < 2.35$ ) については、下限値を上回らないような直線として設定した。  
 $h/h_M \geq 2.35$ の範囲については、一定値 ( $x=2.30$ ) で外挿する。

算定グラフ



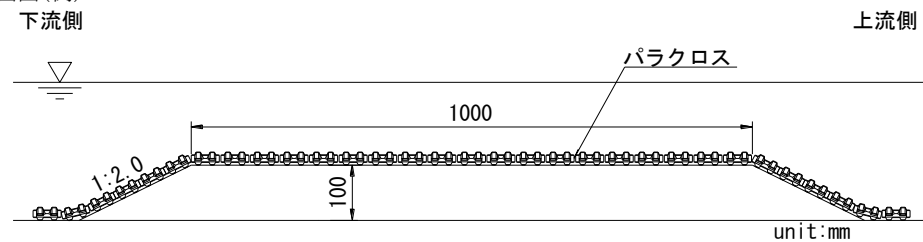
適用範囲 :

$$x = \begin{cases} 2.30 & h/h_M \geq 2.35 \\ 0.92(h/h_M) + 0.14 & 1.63 \leq h/h_M < 2.35 \end{cases}$$

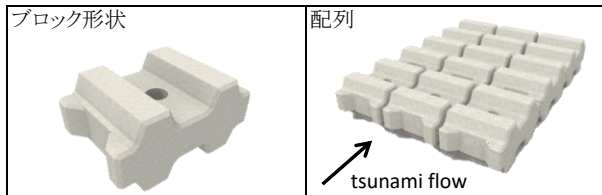


|          |   |
|----------|---|
| 実験条件     |   |
| 模型縮尺     | 1/50  |
| マウンド厚    | 10.0 cm                                     |
| マウンド斜面勾配 | 1:1.5 (33.7°), 1:2.0 (26.6°), 1:3.0 (18.4°) |
| ブロック質量   | 小: 15.5 g (2t型), 大: 67.4 g (8t型)            |
| 初期水深     | 15.0cm, 20.0 cm, 23.0 cm, 25.0cm            |
| 繰り返し回数   | 2回  |

実験断面図 (例)



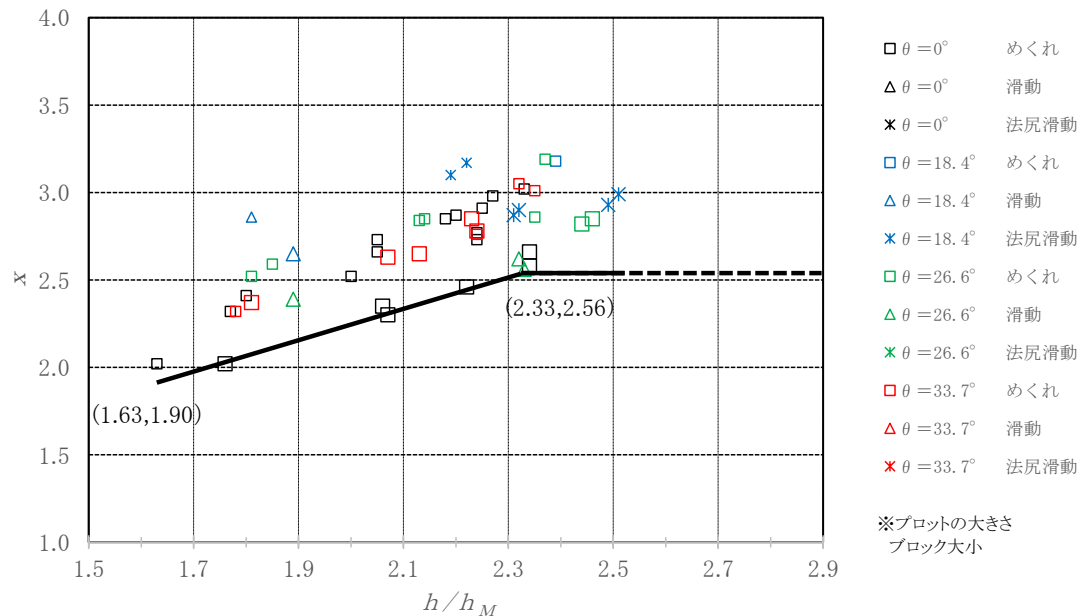
|       |          |
|-------|----------|
| メーカー  | 技研興業株式会社 |
| ブロック名 | ビーハイブ    |
| 配列名称  | 直線配列L方向  |



|        |  |
|--------|--|
| お問い合わせ |  |
| 住所     | 東京都杉並区阿佐ヶ谷南3-7-2   |
| E-mail | <a href="mailto:seihin@gikenko.co.jp">seihin@gikenko.co.jp</a> |
| TEL    | 03-3398-8521   |
| FAX    | 03-3398-8553   |

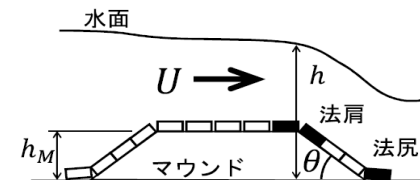
コメント  
 $x$ の算定線は、実験を行った範囲 ( $1.63 \leq h/h_M < 2.33$ ) については、下限値を上回らないような直線として設定した。  
 $h/h_M \geq 2.33$ の範囲については、一定値 ( $x=2.56$ ) で外挿する。

算定グラフ



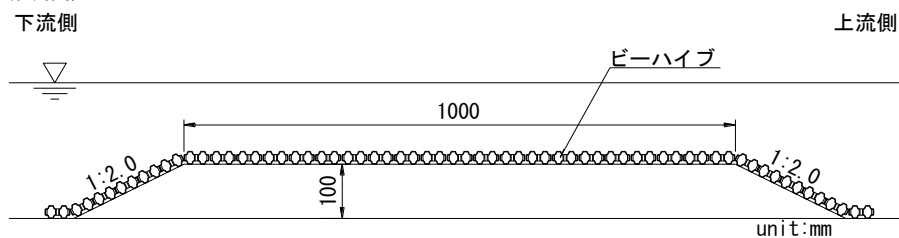
適用範囲 :

$$x = \begin{cases} 2.56 & h/h_M \geq 2.33 \\ 0.95(h/h_M) + 0.35 & 1.63 \leq h/h_M < 2.33 \end{cases}$$

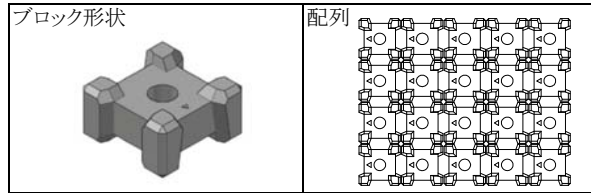


|          |   |
|----------|---|
| 実験条件     |   |
| 模型縮尺     | 1/50  |
| マウンド厚    | 10.0 cm                                     |
| マウンド斜面勾配 | 1:1.5 (33.7°), 1:2.0 (26.6°), 1:3.0 (18.4°) |
| ブロック質量   | 小: 19.6 g (2t型), 大: 50.8 g (6t型)            |
| 初期水深     | 15.0cm, 20.0 cm, 22.0 cm, 23.0cm            |
| 繰り返し回数   | 2回  |

実験断面図(例)



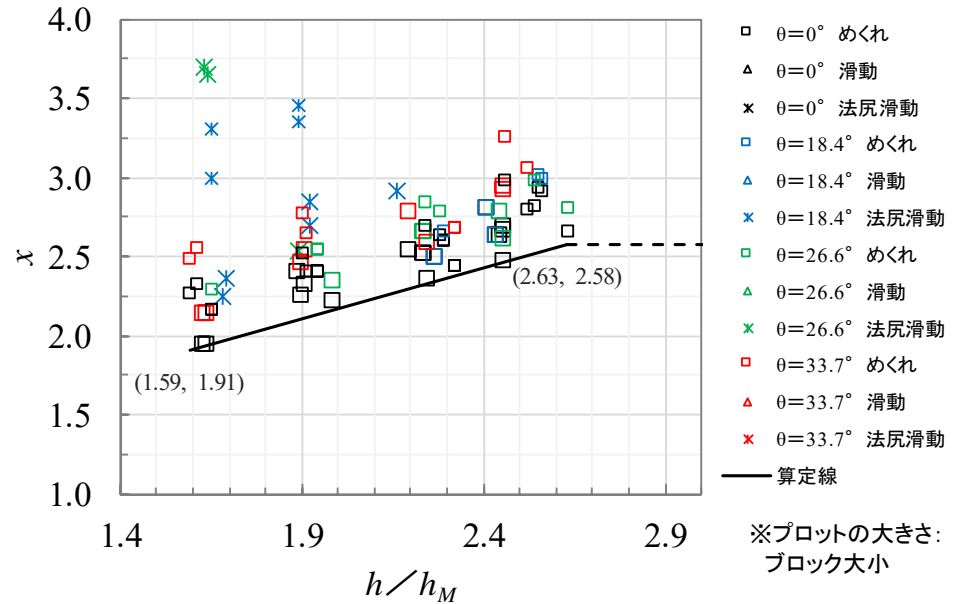
|       |          |
|-------|----------|
| メーカー  | 三省水工株式会社 |
| ブロック名 | スタビック    |
| 配列名称  | 整列工法     |



|        |                             |
|--------|-----------------------------|
| お問い合わせ |                             |
| 住所     | 東京都新宿区西新宿6-10-1 日土地西新宿ビル17F |
| E-mail | home@sanshoshu.co.jp        |
| TEL    | 03-6759-5685                |
| FAX    | 03-6670-6858                |

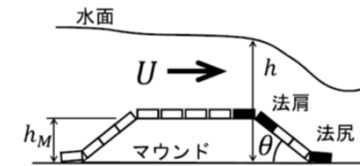
コメント  
 $x$ の算定線は、実験を行った範囲( $1.59 \leq h/h_M < 2.63$ )については、下限値を上回らないような直線として設定した。  
 $h/h_M \geq 2.63$ の範囲については、一定値( $x = 2.58$ )で外挿する。

算定グラフ



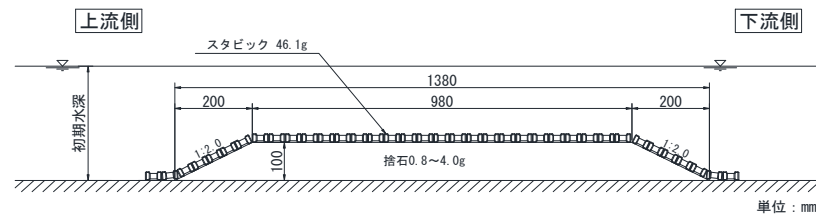
適用範囲:

$$x = \begin{cases} 2.58 & h/h_M \geq 2.63 \\ 0.646(h/h_M) + 0.88 & 1.59 \leq h/h_M < 2.63 \end{cases}$$

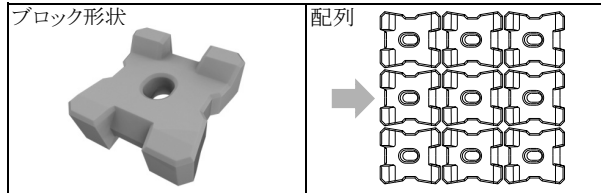


|          |   |
|----------|---|
| 実験条件     |   |
| 模型縮尺     | 1/50  |
| マウンド厚    | 10.0 cm                                     |
| マウンド斜面勾配 | 1:1.5 (33.7°), 1:2.0 (26.6°), 1:3.0 (18.4°) |
| ブロック質量   | 小: 18.1 g, 大: 46.1 g                        |
| 初期水深     | 20.0 cm, 25.0 cm, 30.0 cm, 35.0 cm          |
| 繰り返し回数   | 2回  |

実験断面図(例)



|       |           |
|-------|-----------|
| メーカー  | 株式会社 三柱   |
| ブロック名 | メガロック 標準型 |
| 配列名称  | —         |

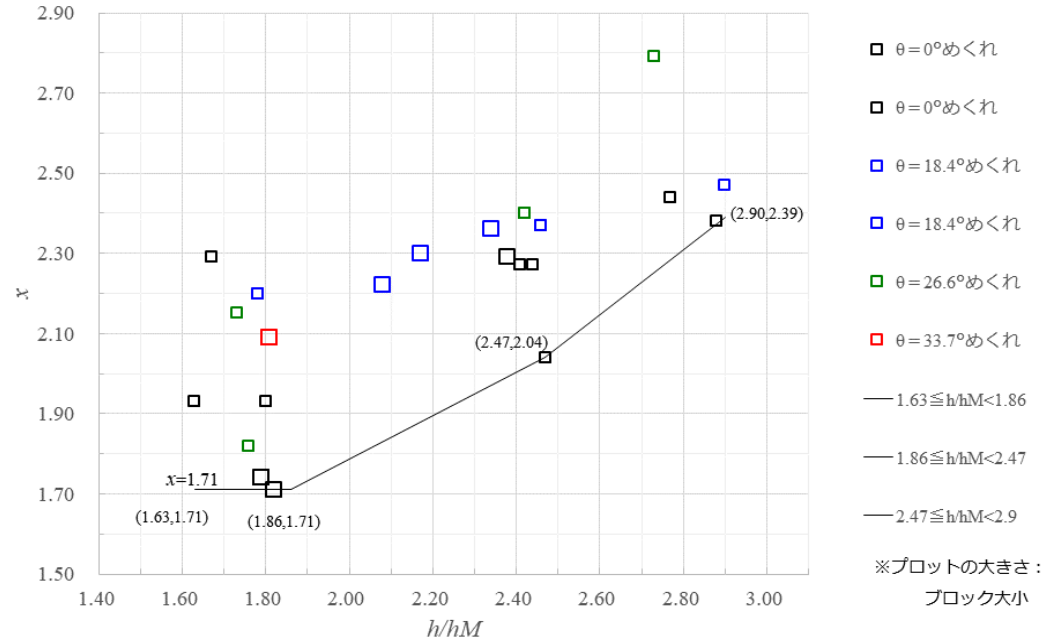


|        |  |
|--------|--|
| お問い合わせ | 営業部  |
| 住所     | 東京都江東区佐賀1-18-8   |
| E-mail | <a href="mailto:hoffice@tripole.co.jp">hoffice@tripole.co.jp</a> |
| TEL    | 03-3630-3121   |
| FAX    | 03-3630-3297   |

コメント

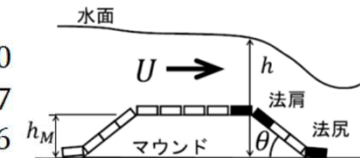
1. 係数xについては原則として実験結果の下限値を採用しました。
2. 実験範囲を超える場合は、外挿が可能か個別に判断いたします。

算定グラフ



適用範囲：

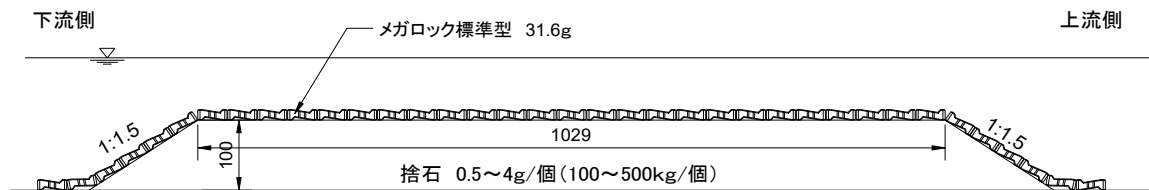
$$x = \begin{cases} 0.81(h/h_M) + 0.030 & 2.47 \leq h/h_M < 2.90 \\ 0.54(h/h_M) + 0.704 & 1.86 \leq h/h_M < 2.47 \\ 1.71 & 1.63 \leq h/h_M < 1.86 \end{cases}$$



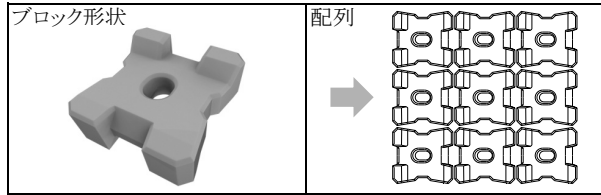
実験条件

|          |   |
|----------|---|
| 模型縮尺     | 1/50  |
| マウンド厚    | 10.0 cm                                     |
| マウンド斜面勾配 | 1:1.5 (33.7°), 1:2.0 (26.6°), 1:3.0 (18.4°) |
| ブロック質量   | 小: 31.6 g (4t型), 大: 77.0 g (10t型相当)         |
| 初期水深     | 20.0 cm, 30.0 cm, 35.0 cm                   |
| 繰り返し回数   | 2回  |

実験断面図(例)



|       |          |
|-------|----------|
| メーカー  | 株式会社 三柱  |
| ブロック名 | メガロック 大型 |
| 配列名称  | —        |

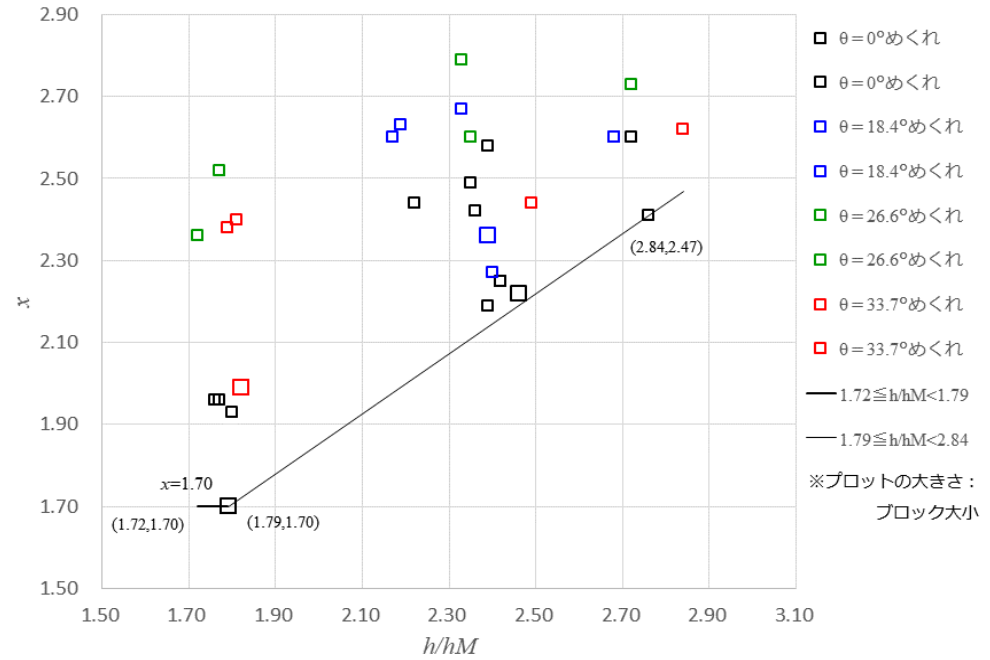


|        |  |
|--------|--|
| お問い合わせ | 営業部  |
| 住所     | 東京都江東区佐賀1-18-8   |
| E-mail | <a href="mailto:hoffice@tripole.co.jp">hoffice@tripole.co.jp</a> |
| TEL    | 03-3630-3121   |
| FAX    | 03-3630-3297   |

コメント

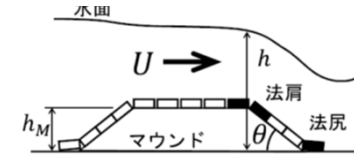
- 係数xについては原則として実験結果の下限値を採用しました。
- 実験範囲を超える場合は、外挿が可能か個別に判断いたします。

算定グラフ

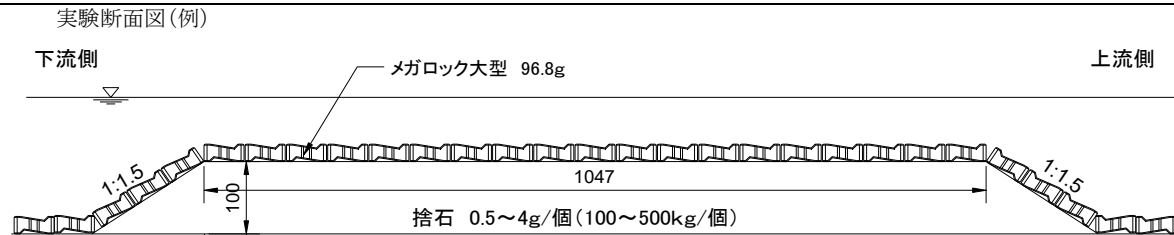


適用範囲：

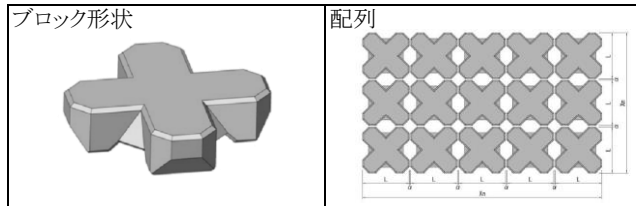
$$x = \begin{cases} 0.73(h/h_M) + 0.39 & 1.79 \leq h/h_M < 2.84 \\ 1.70 & 1.72 \leq h/h_M < 1.79 \end{cases}$$



|          |   |
|----------|---|
| 実験条件     |   |
| 模型縮尺     | 1/50  |
| マウンド厚    | 10.0 cm                                     |
| マウンド斜面勾配 | 1:1.5 (33.7°), 1:2.0 (26.6°), 1:3.0 (18.4°) |
| ブロック質量   | 小:40.0g (5t型相当), 大:96.8g (12t型)             |
| 初期水深     | 20.0 cm, 30.0 cm, 35.0 cm                   |
| 繰り返し回数   | 2回  |

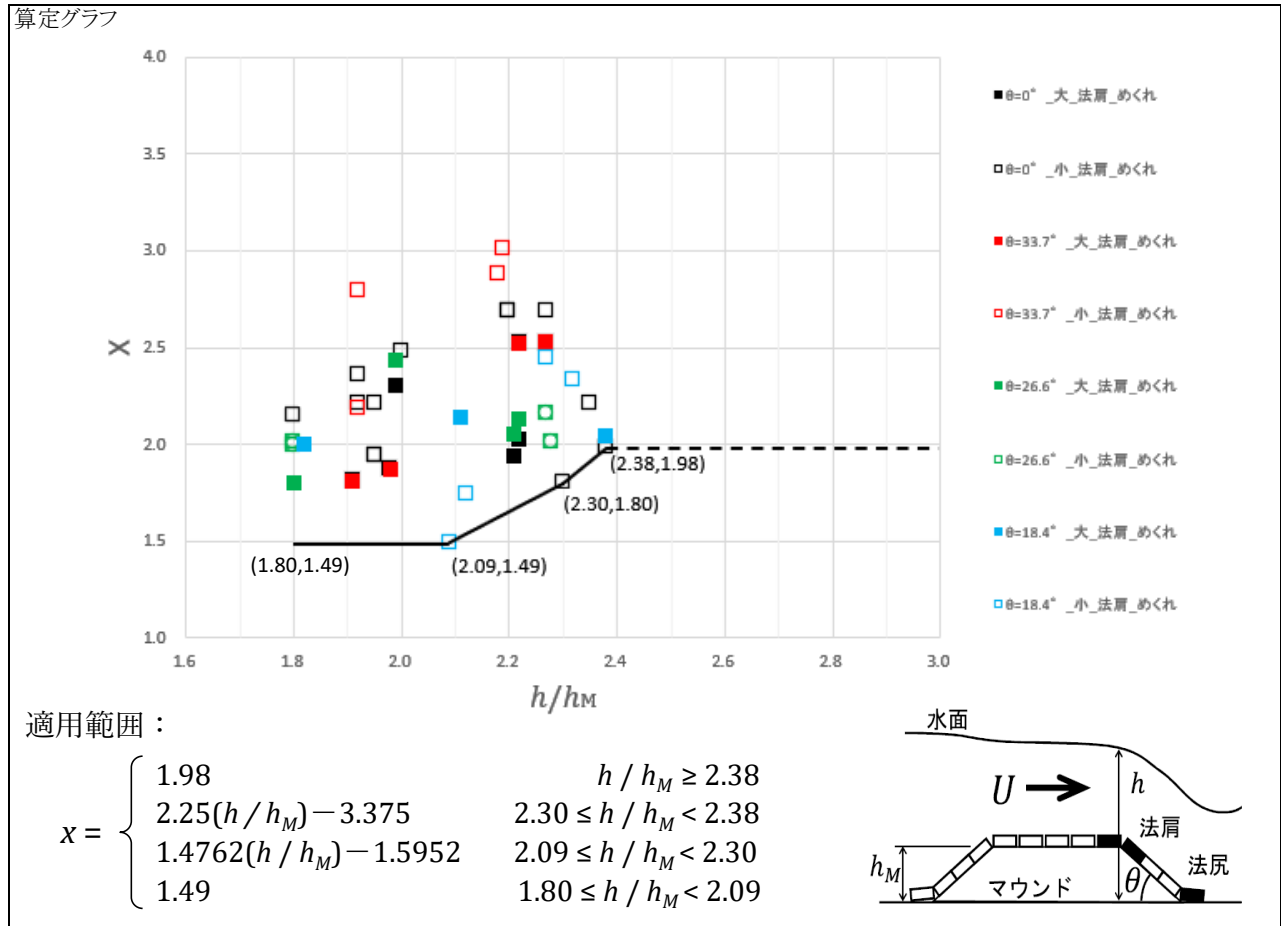


|       |          |
|-------|----------|
| メーカー  | 株式会社 チスイ |
| ブロック名 | ラティス     |
| 配列名称  | —        |



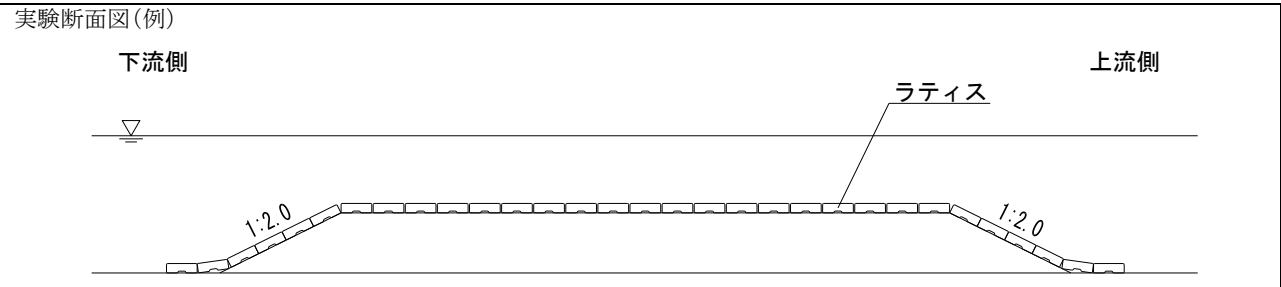
|        |  |
|--------|--|
| お問い合わせ | 企画設計部  |
| 住所     | 〒530-0027 大阪府大阪市北区堂山1-5 三共梅田ビル                                       |
| E-mail | <a href="mailto:kikaku@chisui-net.co.jp">kikaku@chisui-net.co.jp</a> |
| TEL    | 06-6312-2077   |
| FAX    | 06-6312-1870   |

コメント  
xの算定線は、実験を行った範囲(1.80 ≤ h/h<sub>M</sub> < 2.38)については、下限値を上回らないような直線として設定した。  
h/h<sub>M</sub> ≥ 2.38の範囲については、一定値(x = 1.98)で外挿する。

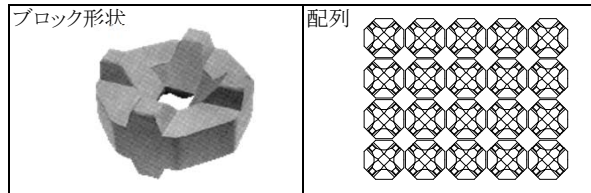


実験条件

|          |   |
|----------|---|
| 模型縮尺     | 1/50  |
| マウンド厚    | 10cm  |
| マウンド斜面勾配 | 1:1.5 (33.7°), 1:2.0 (26.6°), 1:3.0 (18.4°) |
| ブロック質量   | 大: 62.2g(8t型), 小: 16.3g(2t型)                |
| 初期水深     | 20cm, 25cm, 30cm                            |
| 繰り返し回数   | 2回  |



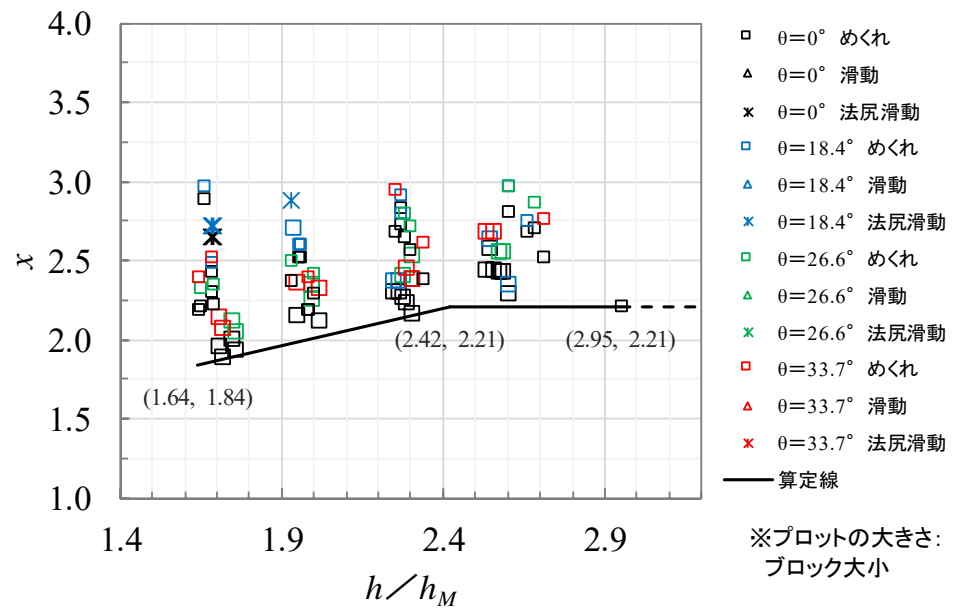
|       |              |
|-------|--------------|
| メーカー  | 東洋水研株式会社     |
| ブロック名 | オルサーブロック I 型 |
| 配列名称  | 直配列(突合せ配列)   |



|        |                             |
|--------|-----------------------------|
| お問い合わせ |                             |
| 住所     | 東京都新宿区西新宿6-10-1 日土地西新宿ビル17F |
| E-mail | info@toyo-suiken.co.jp      |
| TEL    | 03-3344-8676                |
| FAX    | 03-3344-8677                |

コメント  
 xの算定線は、実験を行った範囲(1.64 ≤ h/h<sub>M</sub> < 2.95)については、下限値を上回らない設定とした。  
 1.64 ≤ h/h<sub>M</sub> < 2.42の範囲では下限2点のプロット点を直線で結び、h/h<sub>M</sub> > 2.42では下限の一定値(x = 2.21)とした。  
 h/h<sub>M</sub> ≥ 2.95の範囲については、一定値(x = 2.21)で外挿する。

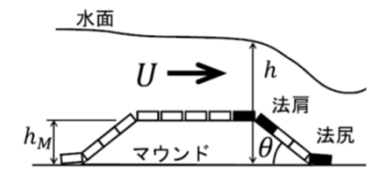
算定グラフ



※プロットの大きさ:  
 ブロック大小

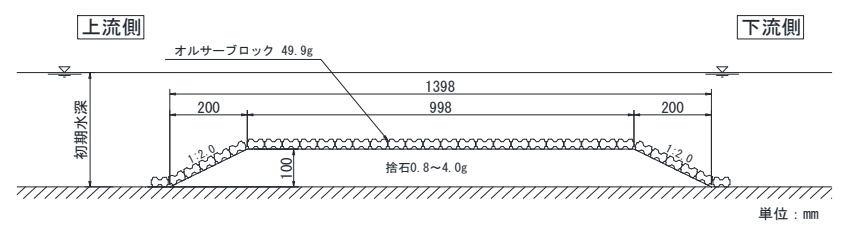
適用範囲:

$$x = \begin{cases} 2.21 & h/h_M \geq 2.42 \\ 0.475(h/h_M) + 1.06 & 1.64 \leq h/h_M < 2.42 \end{cases}$$



|          |   |
|----------|---|
| 実験条件     |   |
| 模型縮尺     | 1/50  |
| マウンド厚    | 10.0 cm                                     |
| マウンド斜面勾配 | 1:1.5 (33.7°), 1:2.0 (26.6°), 1:3.0 (18.4°) |
| ブロック質量   | 小: 16.2 g (2t型), 大: 49.9 g (6t型)            |
| 初期水深     | 20.0 cm, 25.0 cm, 30.0 cm, 35.0 cm          |
| 繰り返し回数   | 2回  |

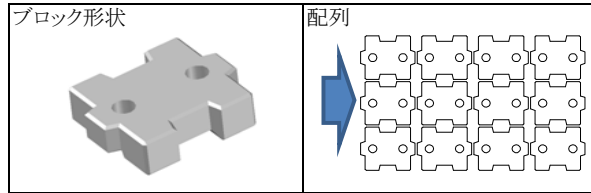
実験断面図(例)







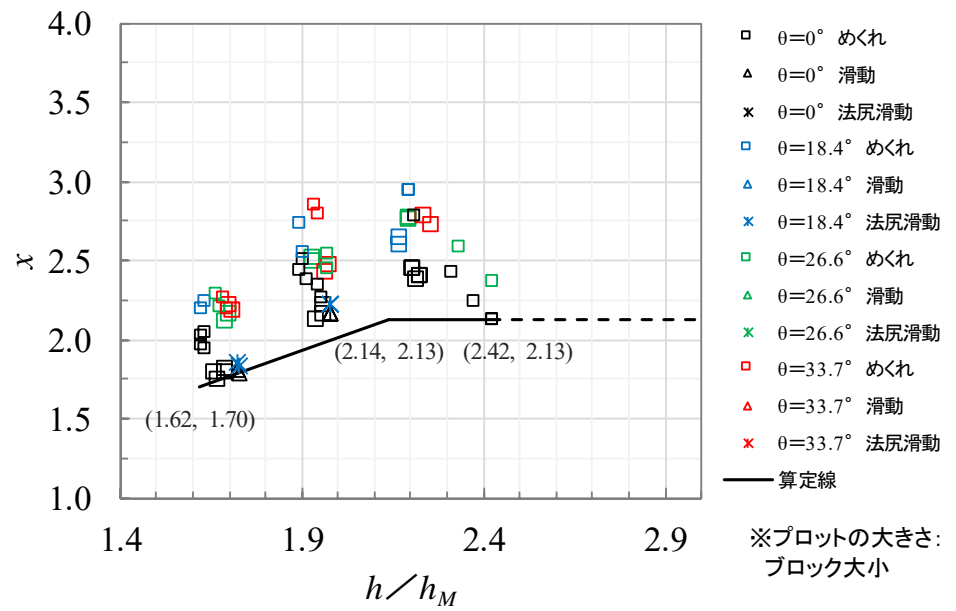
|       |            |
|-------|------------|
| メーカー  | 日建工学株式会社   |
| ブロック名 | ストーンブロック平型 |
| 配列名称  | 突き合わせ配列    |



|        |                             |
|--------|-----------------------------|
| お問い合わせ |                             |
| 住所     | 東京都新宿区西新宿6-10-1 日土地西新宿ビル17F |
| E-mail | info@nikken-kogaku.co.jp    |
| TEL    | 03-3344-6811(代)             |
| FAX    | 03-5381-7377                |

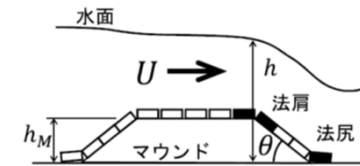
コメント  
 xの算定線は、実験を行った範囲(1.62≦h/h<sub>M</sub><2.42)については、下限値を上回らない設定とした。  
 1.62≦h/h<sub>M</sub><2.14の範囲では下限2点のプロット点を直線で結び、h/h<sub>M</sub>>2.14では下限の一定値(x = 2.13)とした。  
 h/h<sub>M</sub>≧2.42の範囲については、一定値(x = 2.13)で外挿する。

算定グラフ



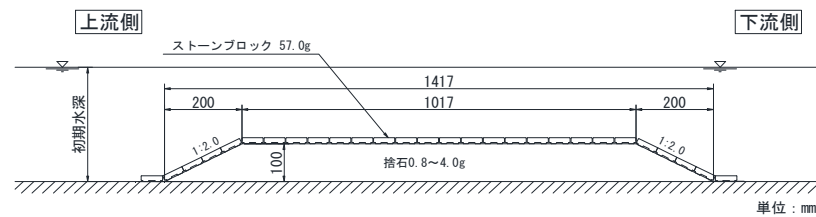
適用範囲:

$$x = \begin{cases} 2.13 & h/h_M \geq 2.14 \\ 0.832(h/h_M) + 0.35 & 1.62 \leq h/h_M < 2.14 \end{cases}$$

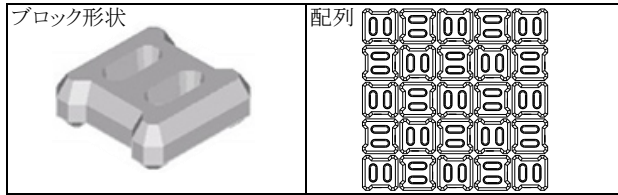


|          |   |
|----------|---|
| 実験条件     |   |
| 模型縮尺     | 1/50  |
| マウンド厚    | 10.0 cm                                     |
| マウンド斜面勾配 | 1:1.5 (33.7°), 1:2.0 (26.6°), 1:3.0 (18.4°) |
| ブロック質量   | 小: 17.0 g (2t型), 大: 57.0 g (8t型)            |
| 初期水深     | 20.0 cm, 25.0 cm, 30.0 cm                   |
| 繰り返し回数   | 2回  |

実験断面図(例)



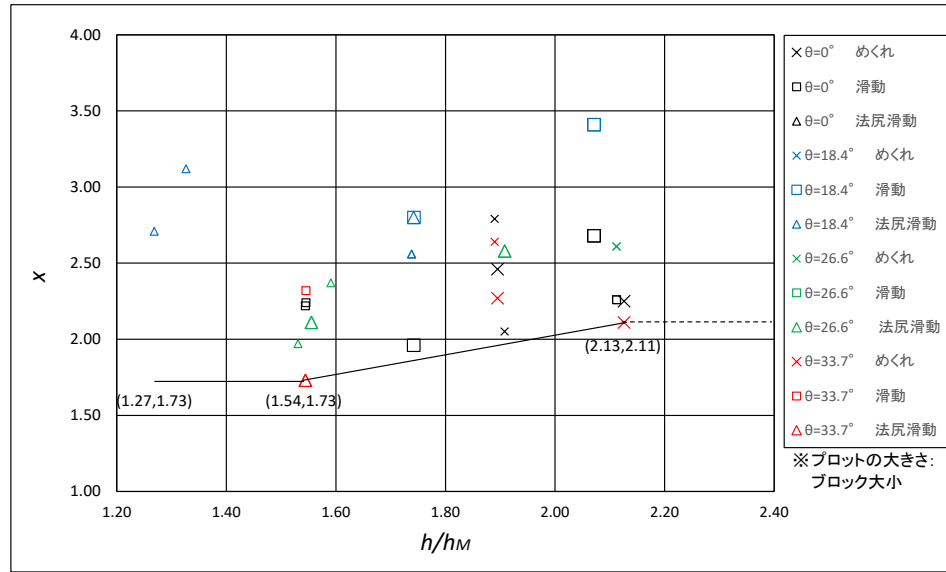
|       |            |
|-------|------------|
| メーカー  | 日本コーケン株式会社 |
| ブロック名 | アレートエイト    |
| 配列名称  | 標準配列       |



|        |  |
|--------|--|
| お問い合わせ | 技術部  |
| 住所     | 東京都港区西新橋2丁目6-7 ベルトリービル   |
| E-mail | <a href="mailto:info-fw@n-kohken.co.jp">info-fw@n-kohken.co.jp</a> |
| TEL    | 03-3501-1194   |
| FAX    | 03-3501-3503   |

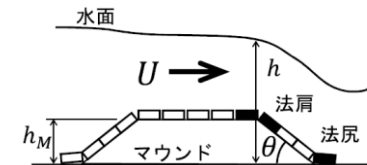
コメント  
 $x$ の算定線は、実験を行った範囲( $1.27 \leq h/h_M < 2.13$ )については、下限値を上回らないような直線として設定した。  
 $h/h_M \geq 2.13$ の範囲については、一定値( $x=2.11$ )で外挿した。

算定グラフ



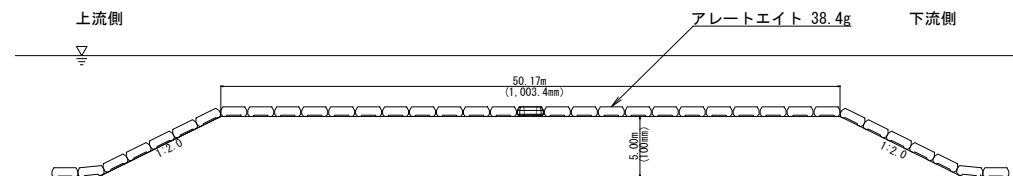
適用範囲:

$$x = \begin{cases} 2.11 & h/h_M \geq 2.13 \\ 0.644 \left( \frac{h}{h_M} \right) + 0.738 & 1.54 \leq h/h_M < 2.13 \\ 1.73 & 1.27 \leq h/h_M < 1.54 \end{cases}$$

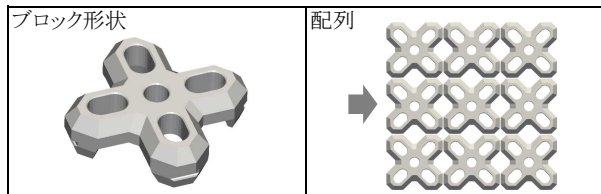


|          |   |
|----------|---|
| 実験条件     |   |
| 模型縮尺     | 1/50  |
| マウンド厚    | 10.0 cm                                     |
| マウンド斜面勾配 | 1:1.5 (33.7°), 1:2.0 (26.6°), 1:3.0 (18.4°) |
| ブロック質量   | 小: 16.0 g (2t型), 大: 38.4 g (5t型相当)          |
| 初期水深     | 15.0 cm, 20.0 cm, 25.0 cm                   |
| 繰り返し回数   | 2回  |

実験断面図(例)

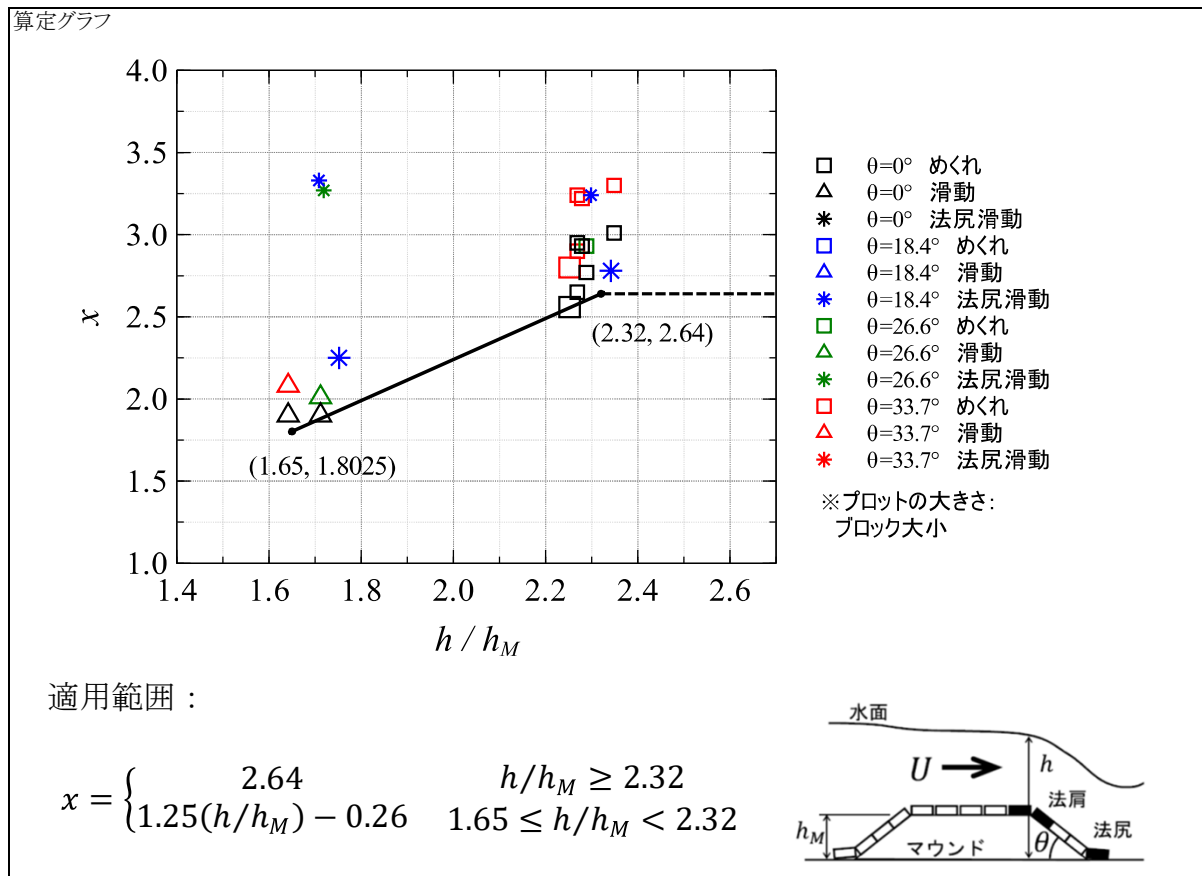


|       |            |
|-------|------------|
| メーカー  | 株式会社 不動テトラ |
| ブロック名 | ベルメックス     |
| 配列名称  | —          |

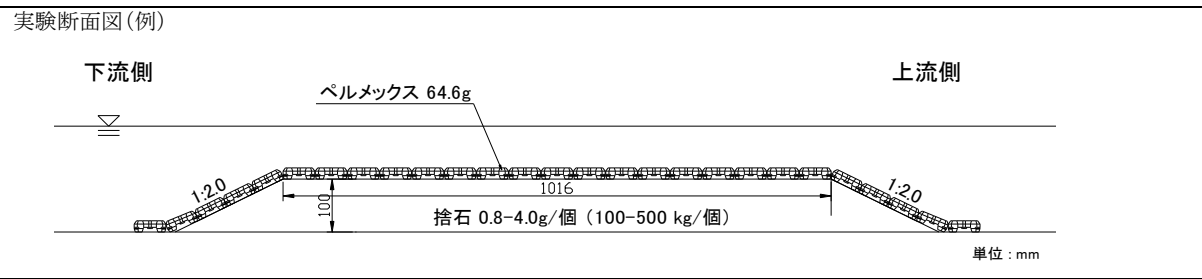


|        |                            |
|--------|----------------------------|
| お問い合わせ | ブロック環境事業本部                 |
| 住所     | 東京都中央区日本橋小網町7-2 ペンてるビル     |
| E-mail | block_info@fudotetra.co.jp |
| TEL    | 03-5644-8585               |
| FAX    | 03-5644-8587               |

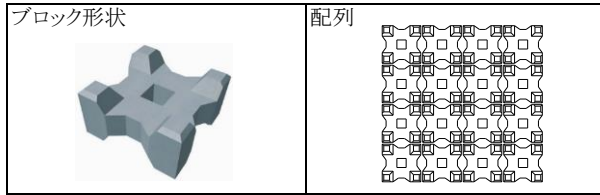
コメント  
 $x$ の算定線は、実験を行った範囲 ( $1.65 \leq h/h_M < 2.32$ ) については、下限値を上回らないような直線として設定した。  
 $h/h_M \geq 2.32$ の範囲については、一定値 ( $x = 2.64$ ) で外挿する。



|          |   |
|----------|---|
| 実験条件     |   |
| 模型縮尺     | 1/50  |
| マウンド厚    | 10.0 cm                                     |
| マウンド斜面勾配 | 1:1.5 (33.7°), 1:2.0 (26.6°), 1:3.0 (18.4°) |
| ブロック質量   | 小: 32.6 g (4t型), 大: 64.6 g (8t型)            |
| 初期水深     | 20.0 cm, 30.0 cm, 35.0 cm                   |
| 繰り返し回数   | 2回  |

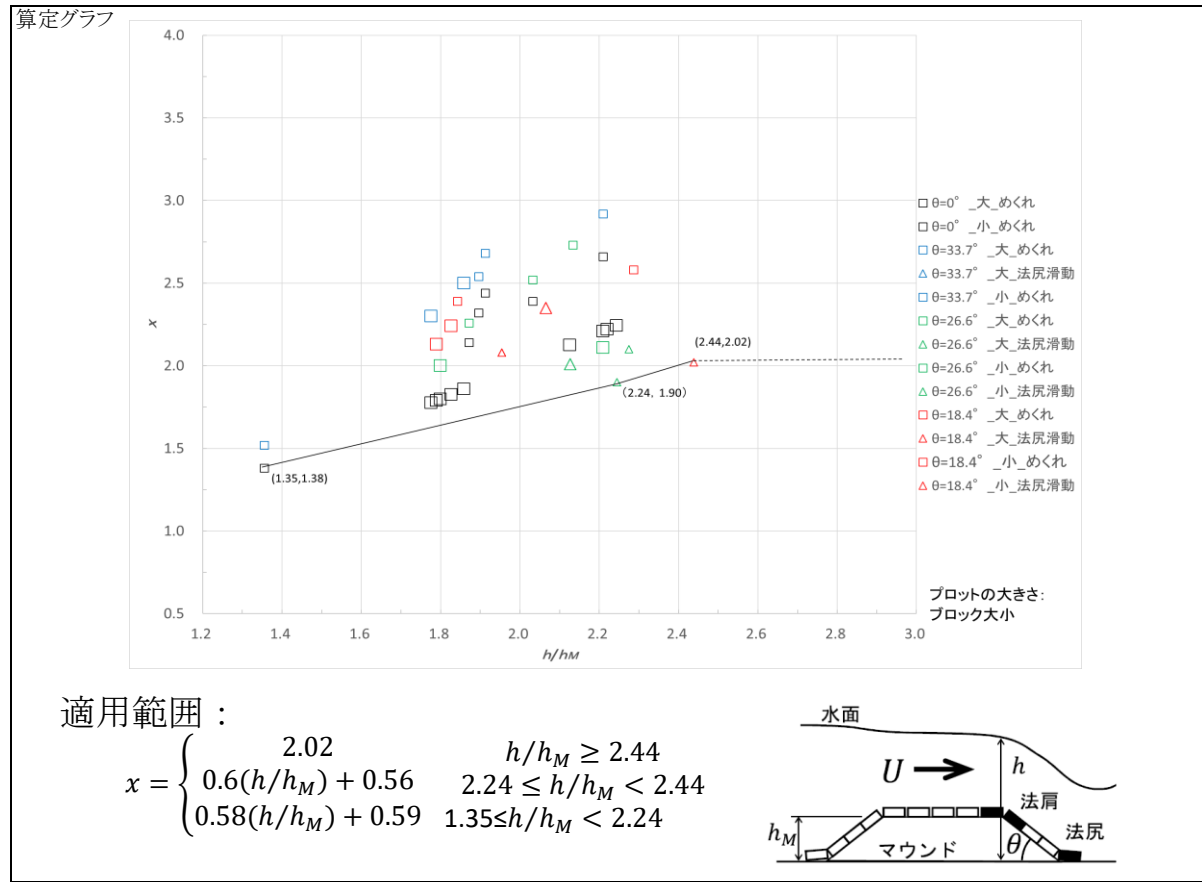


|       |               |
|-------|---------------|
| メーカー  | 菱和コンクリート 株式会社 |
| ブロック名 | ホロースケヤー       |
| 配列名称  |               |



|        |  |
|--------|--|
| お問い合わせ |  |
| 住所     | 東京都文京区大塚3-5-9 住友成泉小石川ビル別館6階  |
| E-mail | <a href="mailto:sales@ryowa-concrete.jp">sales@ryowa-concrete.jp</a> |
| TEL    | 03-5981-8691   |
| FAX    | 03-5981-8692   |

コメント  
 $x$ の算定線は、実験を行った範囲( $1.35 \leq h/h_M < 2.44$ )については、下限値を上回らないような直線として設定した。  
 $h/h_M \geq 2.44$ の範囲については、一定値( $x=2.02$ )で外挿する。



|          |   |
|----------|---|
| 実験条件     |   |
| 模型縮尺     | 1/50  |
| マウンド厚    | 10.0 cm                                     |
| マウンド斜面勾配 | 1:1.5 (33.7°), 1:2.0 (26.6°), 1:3.0 (18.4°) |
| ブロック質量   | 小:16.1g (2t型), 大:40.2g (5t型)                |
| 初期水深     | 15.0 cm, 20.0 cm, 30.0 cm                   |
| 繰り返し回数   | 2回  |

